



TITLE:

限界掃流力とその水工学上への適用に関する研究(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

土屋, 義人

CITATION:

土屋, 義人. 限界掃流力とその水工学上への適用に関する研究. 京都大学, 1963, 工学博士

ISSUE DATE:

1963-09-17

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/211134>

RIGHT:

【175】

氏 名	土 屋 義 人
	つち や よし ひと
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 19 号
学位授与の日付	昭 和 38 年 9 月 17 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	限界掃流力とその水工学上への適用に関する研究

(主 査)
論文調査委員 教授 岩垣雄一 教授 石原藤次郎 教授 矢野勝正

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、土砂水理学の基本問題の一つである限界掃流力を取りあげ、流水による砂礫の移動限界に立脚して、水工学上の諸問題を論じたもので、6章からなっている。

第1章は緒論であって、水工学における土砂水理学上の問題を五つに分けて概説し、著者が本論文でとりあげた限界掃流力の問題との関係を述べ、著者の立場を明らかにした。

第2章では、最初に本論文に必要な、砂礫の個々の特性および集団としての特性について説明し、ついで、限界掃流力の基礎的問題として、つぎの三つを取りあげて論じた。

まず、滑面水路床の下流端における砂礫の移動限界については、理論的解析によって、粒径の大きい場合には、移動床における限界掃流力にくらべて、非常に小さい掃流力によって規定されることを明らかにし、これを実験によって裏付けるとともに、砂礫の形状係数が0.5より大きいときには、移動限界に及ぼす砂礫の形状の効果は、あまり顕著でないことを指摘し、理論と実験の結果にもとづいて、実験公式を提案した。

砂面上におかれた礫の限界掃流力については、理論的に礫と砂面を構成している砂礫との粒径比が、関係式に導入されることを明らかにし、理論式が実験の結果とよく一致することを示した。とくに興味ある結論として、粒径比が4以下の場合には、礫の限界掃流力が、砂面を構成する砂礫のそれとほとんど変わらないことを確かめた。

混合砂礫の限界掃流力については、詳細な実験を行なって、混合砂礫の粒径に対する標準偏差が大きくなると、限界掃流力が増大することを明らかにしたのち、砂礫面上の砂礫の粒径分布と、突出している砂礫からの後流とに着目して、限界掃流力に及ぼす砂礫の混合特性の効果を理論的に考察し、その理由を説明した。さらに、混合砂礫の中央粒径を用い、標準偏差を導入して、混合砂礫の限界掃流力を求める実験公式を提案した。

第3章では、限界掃流力の応用として、雨水流によって裸地斜面が浸食をうけ、斜面の土砂が時間の経

過とともに、限界掃流力によって規定される終局的な粒度分布に近づいていく現象を取り扱った。すなわち、まず雨水流による地面浸食の機構、とくに水流の作用による土砂の剥離と輸送とを実験によって調べ、これらの現象は、ともに無次元化した掃流力によって大きく支配されることを明らかにし、剥離量および輸送量と無次元掃流力との関係を示す実験式を提案した。ついで、限界掃流力公式によって求められる粒径より細かい土砂は、水流によって輸送され、より粗い土砂のみが地表面に残る、という考え方を一様流れおよび雨水流による地面浸食に適用し、浸食にともなう裸地斜面の終局的粒度分布を理論的に推定する方法を考察した。さらに、この方法による推定結果と、実験や現地の裸地斜面における実測の結果とを比較して、その推定法の妥当性を確かめた。

第4章では、水工学上における限界掃流力の他の応用として、流路の安定横断面と安定縦断面とを考察した。まず前者については、流路床の砂礫がすべて掃流限界にあるという考え方にもとづいて、横断面形状を限界掃流力理論により求め、安定横断面形状は限界摩擦速度と粒径とによって作られるレイノルズ数によって変化するが、その程度はあまり著しくないことを明らかにした。さらに、理論に用いた仮定を詳細な実験によって実証するとともに、理論断面形状を米国における24の实在の灌漑用水路のそれと比較し、両者はかなりよく一致することを確かめ、ついでこの研究成果を実際の設計に用いる場合の適用法についても言及した。一方、流路の安定縦断面については、広幅長方形断面の一様流路、幅が漸変する流路およびU字形断面の河谷における流路の三つの場合に対して、限界掃流力の考え方を応用して理論的に考察し、その形状をあらわす一般的な関係式を求めた。なお、この問題では、流砂の存在を無視しえない場合が多いので、流砂のある場合についても考察したが、いずれの場合も関係式は実験水路による結果とよく一致することを示した。また、この安定縦断面形状の計算法を、比較的流路延長の短い实在の砂防ダム上流の堆砂形状の算定に適用し、その場合の問題点を指摘するとともに、実用的には一応このような方法で断面形状を推定しうることを明らかにした。

第5章では、噴流による洗掘限界の問題を、水流による砂礫の移動限界の立場から考察した。すなわち、まず水門の下から噴出する流れを二次元噴流と考え、いわゆる wall jet における境界層の発達を中心として流れの解析を行ない、さらに詳細な実験の結果と比較して、理論の適用範囲を明らかにした。ついで、この研究成果を用い、水門下流部の水たたきの下流端における砂礫の移動限界を考察し、えられた理論曲線が実験の結果ときわめてよく一致することを示すとともに、洗掘限界に関する実験式を提案した。なお、自由水面の影響によって、この理論が適用できない領域に対しては、次元解析的に考察し、下流水深の効果を導入した別の実験式を提案した。また、水たたきの長さの決定についての実験式や計算図表を作成し、二、三の計算例を示した。つぎに、鉛直噴流による洗掘限界の問題を取り扱ったが、最初に噴流の拡散と床面に発達する境界層などを中心とした床面付近の流れの特性を考察し、とくにもぐり円形噴流を取りあげて、床面の砂礫の移動限界を解析した。さらに、この場合の実験を試み、粒径が十分小さいときには理論曲線は実験結果とよく一致すること、砂礫が移動を始める位置は噴流の中心から離れ、その距離は噴流出口から床面までの距離の0.06~0.12倍程度であること、などを明らかにした。最後に、理論による結果を参考とし、実験結果にもとづいて、もぐり円形噴流による洗掘限界の実験式を提案し、ついで洗掘防止について若干の考察を行なった。

第6章は結論であって、本論文の成果を要約した。

論文審査の結果の要旨

砂礫の限界掃流力を解明することは、土砂水理学における基本問題の一つであるため、古くから数多くの研究が行なわれてきたが、いずれも実験公式を提案するにとどまっており、これを理論的に取り扱うようになったのはごく最近であって、まだ多くの問題を残している。著者はこの点にかんがみ、水路床における砂礫が水流によって移動を始めるときの、個々の砂礫の力学的平衡条件から限界掃流力を求め、実験によってこのような理論的取り扱いの妥当性を裏付けたのち、これを水工学上の諸問題に適用して解析を進め、実験や実測にもとづいて問題点を明らかにするとともに、実験公式やその適用法を提案した。すなわち、まず限界掃流力の基礎的研究として、滑面水路床の下流端における砂礫の移動限界、砂面におかれた礫の限界掃流力および混合砂礫の限界掃流力をとりあげて論じ、一様な砂礫からなる移動床に対する限界掃流力と比較して、その差異を明確にし、多くの興味ある結果をえた。

ついで、著者は、砂礫の移動限界に立脚し、裸地斜面の終局的粒度分布を推定する問題を取り扱い、限界掃流力公式から求められる粒径より粗い土砂のみが地表面に残るという考え方にもとづいた粒度分布の推定法を提案し、雨水流による浸食に対する地表面の保全を考察する場合の重要な基礎資料を与えた。つぎに、限界掃流力の実際問題への応用として、流路の安定横断面と安定縦断面の形状を計算する方法を提案し、流砂のある場合をも考慮して、この場合の問題点を指摘するとともに、実用上からは一応この方法で断面形状を推定できることを示した。最後に、著者は、水門から噴出する流れによる水たたきの下流端における砂礫の移動限界を、wall jet の理論にもとづいて巧みに解明し、さらに鉛直もぐり円形噴流による床面の砂礫の移動限界をも解析して、それぞれ実用的な実験公式を提案し、とくに前者については水たたきの長さを決定する新しい方法を示した。

以上、要するに本論文は、限界掃流力に関して基礎的研究を行なうとともに、それを水工学上の諸問題に適用して、新しい知見を加えたもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。